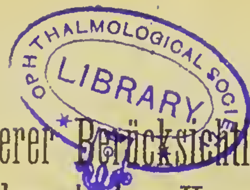



Ueber die

# Abflusswege des Humor aqueus, mit besonderer Berücksichtigung des sogenannten Fontana'schen und Schlemm'schen Kanals.

---

## Inaugural-Dissertation

der

medicinischen Facultät zu Königsberg

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

vorgelegt und öffentlich vertheidigt

am April 1881, Mittags 12 Uhr

von

**Friedrich Heisrath,**

pract. Arzt.

---

Opponenten:

Dr. Treitel.

Dr. M. Berthold.



Königsberg in Pr.

Druck von Longrien & Leupold (R. Leupold).

1881.

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn Prof. Dr. Gruenhagen

in Hochachtung gewidmet

vom

*Verfasser.*

Die Frage, wie und auf welchen Bahnen der Abfluss des humor aqueus erfolgt, ist noch nicht entgiltig entschieden worden.

Im grossen Ganzen stimmen die Experimentatoren darin wohl überein, dass fast die gesammte Menge der Kammerflüssigkeit in der Gegend der Corneoscleralgrenze oder im sogenannten Iriswinkel, d. h. der Stelle, wo Cornea und Iris in Verbindung stehen, die vordere Augenkammer verlässt. Ueber die Art und Weise des Abflusses aber an dieser Stelle, ferner über die Wege, welche die Flüssigkeit weiter einschlägt, gehen die Meinungen weit auseinander. Sogar die Beschaffenheit gewisser Theile des Iriswinkels, welche hier eine Rolle spielen, wie des sogenannten Schlemm'schen und Fontana-schen Kanals, sind noch nicht erwiesen. Auf diese strittigen Punkte nun beziehen sich unsere Untersuchungen.

Zunächst wird im Allgemeinen über den Verbleib des humor aqueus gehandelt werden und hauptsächlich die Frage nach dem Zusammenhange der vorderen Augenkammer mit den vorderen Ciliarvenen Berücksichtigung finden. Der zweite Theil wird dann eine genaue Angabe über die Abflussbahnen und Untersuchungen über die Natur der dabei in Betracht kommenden Theile des Iriswinkels, in specie des Schlemm'schen und Fontana'schen Kanals enthalten.

Die grösste Menge des Kammerwassers soll nach Schwalbe und Leber durch den Iriswinkel in die vorderen Ciliarvenen übertreten. Auf Grund zahlreicher Injectionen in die vordere Augenkammer ausgeschnittener Säugethier- und Menschenaugen, hauptsächlich mit löslichem Berliner Blau, wobei sich die vorderen Ciliarvenen fest regelmässig mit diesem Farbstoffe anfüllten, hielt Schwalbe*) sich zu dem Schlusse berechtigt, dass zwischen jenen Gefässen und der vorderen Augenkammer eine offene Communication bestände. Dieselbe Meinung hat auch Waldeyer**). Gegen die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind indessen von verschiedenen Seiten her erhebliche Einwendungen gemacht worden. Leber***) erhielt nur bei Anwendung von diffusionsfähigem Carmin eine Injection der Episcleralgefässe, hingegen keine oder nur in vereinzelten Fällen eine unbedeutende, welche er auf Gefässzerreissungen beziehen zu müssen glaubte, bei Benutzung von dem nicht diffundirenden Berliner Blau. Bei Injectionsversuchen mit einer Mischung beider Farbstoffe fand er nur einen Uebergang von Carmin. An der Hand seiner Versuche kam er dem entsprechend zu der Ansicht, dass der Abfluss des Kammerwassers in die Venen nicht auf offenen Communikationswegen, sondern durch Diffusion resp. Filtration erfolge.

Beim Versuch, die gegentheiligen Resultate Schwalbe's zu erklären, betonte Leber hauptsächlich die Möglichkeit von Gefässzerreissungen und die auffallende Inconstanz der Befunde. Schwalbe selbst ist letzterer Umstand nicht entgangen und hauptsächlich ist ihm die

*) Schwalbe, Max Schultze's Archiv, Bd. VI. p. 261 ff.

**) Waldeyer, Graefe-Sämisch. p. 230.

***) Leber, Archiv f. Opthalm., 1873. Bd. XIX., 2. Abth. p. 91 ff.

Thatsache merkwürdig und unerklärlich erschienen, dass an Augen, die noch in der orbita eines eben getödteten Thieres sich befanden, eine Venenfüllung nur bei weit höherem Drucke, als bei ganz frischen exstirpirten Augen, und bei diesen schwerer, als bei älteren ausgeschnitttenen zu erzielen wäre.

Knies*) hatte an den Befunden beider Autoren anzusetzen, dass dieselben wesentlich auf Versuche an ausgeschnittenen Augen sich stützten. Ohne die Experimente Jener zu wiederholen, kam er nach eigenartigen Untersuchungen, bei denen er bemüht war, unter normalen Verhältnissen an lebenden Thieren zu arbeiten, zu der Ansicht, dass von dem sogenannten Fontana'schen Raum, oder auch etwas vor demselben der grösste Theil der Kammerflüssigkeit in das Gewebe der Sclera überträte und von dort aus weitergeschafft würde.

Es ergiebt sich hieraus, wie erheblich noch immer die Ansichten auch über diese Frage schwanken und wie nothwendig es ist, dieselbe auf's Neue in Angriff zu nehmen und durch eine womöglich sichere Experimentationsweise ner definitiven Lösung näher zu bringen.

Vorerst sollen die von Knies gemachten Beobachtungen einer Besprechung unterzogen werden. Aus Injectionsversuchen von der vorderen Kammer lebender Kaninchen, besonders mit gelbem Blutlaugensalz, kam Knies zu dem Resultat, dass die Cornea normaler Weise Kammerflüssigkeit aufnehme, wie ja auch sonst behauptet wird.

Die Injectionen von dem hinteren Bulbusraum liessen ihn einen anderen Abflussweg auffinden, auf dem nach seiner Meinung fast die gesammte Gewebsflüssigkeit aus dem Augeninnern fortgeschafft werden sollte.

---

*) Knies, Virchow's Arch. f. path. Anat. und Physiol. Bd. LXV, p. 401 ff.

In den Glaskörperraum lebender Kaninchen brachte er 1—2 Tropfen einer zehnprozentigen Lösung von gelbem Blutlaugensalz, schnitt nach 1—4 stündiger Dauer des Experiments die Augen aus und legte sie in eine alkoholische Lösung von Eisenchlorid mit ein Paar Tropfen Eisessig. Bei der mikroskopischen Untersuchung fand er ausser einer starken Blaufärbung im Iriswinkel eine besonders intensive Tinktion an einer bestimmten Stelle der Corneoscleralgrenze, zwischen zwei Kittleisten der Descemet'schen Membran, innerhalb des sogenannten Fontana'schen Raumes oder etwas davor, die sich in die Hornhaut fortsetzte und von hier aus in die Sclera überging, um daselbst zwischen mittlerem und innerem Drittel nach hinten zu verlaufen. Trotzdem es Knies selber für räthselhaft hielt, dass er in der betreffenden Gegend an nicht injicirten Augen keine histologische Differenz nachweisen konnte und die Erscheinung nie bei direkter Injection in die vordere Augenkammer fand, zweifelte er doch nicht daran, hier wirklich einen Abflussweg für den humor aqueus vor sich zu haben. Er nahm sogar nicht Anstand, aus seinen Untersuchungen am Kaninchenauge allein zu schliessen, dass hier überhaupt, auch im Menschenauge, fast die gesammte Gewebsflüssigkeit aus dem Augeninnern ihren Ausweg hätte. — Aus einer Wiederholung der Knies'schen Untersuchungen dürften wir nur folgern, wie es sich auch nach unsern anderweitigen Experimenten ergab, das unter den das innere des Auges bildenden Geweben die dem Iriswinkel benachbarten Theile, als corpus ciliare und bei gewissen Thieren, beispielsweise bei Kaninchen, auch eine Portion der Sclera fähig wären, in etwas höherem, allerdings immerhin beschränkten Massstabe, Flüssigkeit zu resorbiren. Und zwar ist es von der Sclera nach unseren Versuchen die in unmittelbarer Nähe des sogenannten Fontana'schen Raumes befindliche Gegend und nicht die




Grenze zwischen innerem und mittlerem Drittel, wo nach Knies die grösste Menge der Gewebsflüssigkeit aus dem Auge fortgeführt werden sollte. Den Hauptabflussweg des humor aqueus fanden wir an einer andern Stelle, wie in Folgendem angegeben werden soll.

Gehen wir nun näher auf die Injectionsversuche von Schwalbe und Leber ein. —

Von besonderer Bedeutung für den Erfolg unseres Unternehmens schien uns die Einrichtung des Injections-apparates zu sein. Der von uns benutzte war einem andern, zu ganz fremdem Zwecke bestimmten Instrumente, dem Lippman'schen Capillar-Elektrometer*) entlehnt. Zwei in einem Charniergelenke bewegliche Metallplatten umfassen hier einen ca. 20 cm im Längs-, ca. 4 cm im Querdurchmesser haltenden starken Gummischlauch, welcher von zwei in der Mitte durchbohrten Messing-platten an beiden Enden luftdicht verschlossen ist. In den Bohröffnungen der Verschlussplatten sind 2 wenige Centimeter lange, offene Messingröhren eingelöthet. Eine derselben ist mit einem Hahn versehen, die andere trägt ein kurzes, senkrechtes Ansatzrohr und steht durch Gummischläuche erstens in Verbindung mit einem Queck-silbermanometer, zweitens mit einer dreihalsigen Wulf-schen Flasche, welche letztere die Injectionsflüssigkeit enthält und ihrerseits durch einen Gummischlauch mit den Injectionskanülen communicirt. Durch Zusammen-schrauben der beweglichen Metallplatten wird der er-wähnte grosse Gummicylinder leicht comprimirt und die in ihm befindliche Luft, falls das Ausströmen durch den Schluss des Hahnes nach der einen Seite verhindert ist, sowohl nach dem Manometer, als nach der Injections-flasche getrieben. Bei dieser Einrichtung verursacht es selbstredend keine Schwierigkeit, den Druck in der In-

*) Poggendorf's Annalen der Physik u. Chemie. Bd. 147.

jectionsflasche messbar zu steigern. Beiläufig soll bemerkt werden, dass die Möglichkeit in dem von uns verwandten Apparate vorlag, den Druck zwischen Null und 200 mm zu variiren und stundenlang constant zu erhalten. Experimentirt wurde an ausgeschnittenen frischen, oft noch in der Orbita befindlichen, zum Vergleich aber auch an älteren Augen von Fröschen, Tauben, Schweinen, Schafen, Rindern, Kaninchen, Katzen und vom Menschen, ferner an Augen lebender Thiere und zwar von Fröschen, Tauben, Kaninchen und Katzen. Zu Injectionen in die vordere Augenkammer wurden benutzt: indigoschwefelsaures Natron, Eosin, Carmin, lösliches Berliner Blau, eine Mischung der beiden letzteren und von Suspensionsflüssigkeiten, in Wasser aufgeschwemmter Zinnober und defibrinirtes Blut.

Zunächst sollen die bei Injection diffusionsfähiger Farbstoffe gewonnenen Resultate angeführt werden. — Schon bei Anwendung eines niedrigen Druckes, der nur wenige Millimeter den vorgefundenen Augendruck übertraf, konnte man in sehr kurzer Zeit die episcleralen und conjunctivalen Venen um den Hornhautrand herum sich mit dem Farbstoffe anfüllen sehen.

Hatte man an frischen ausgeschnittenen Augen beim Einstich der Kanüle etwas humor aqueus abfliessen lassen, um mehr Injectionsflüssigkeit in den Kammerraum zu bringen, so war schon bei einem Quecksilberdruck von 12 mm in wenigen Sekunden eine Injection zu erzielen. Die Gefässzeichnung blieb nur kurze Zeit scharf ausgesprochen; es trat sehr bald eine diffuse Färbung der benachbarten Theile auf und zwar, wie man deutlich verfolgen konnte, von den Gefässen aus durch Uebertritt des Farbstoffs durch die Gefässwände.

Soweit stimmen unsere Injectionsresultate mit den Leber'schen überein.

Bei Augen lebender Thiere kam es nie zu starker

Anhäufung der Injectionsflüssigkeiten in den Gefässen, da sie durch den Blutstrom fortgeschwemmt wurden. Indessen konnte man auch hier bei niederem Injectionsdrucke von dem Uebertritt derselben in die Venen schon makroskopisch sich überzeugen.

Es folgen nun die Resultate der Injectionsversuche mit löslichem Berliner Blau. Anfangs kamen bei den Experimenten, die sich zunächst auf exstirpirte Augen erstreckten, metallene Kanülen zur Verwendung. Eine ganze Reihe von Versuchen wurde vorerst unter verschieden hohem Druck angestellt und nicht immer mit gleichem, oft sogar mit völlig negativem Erfolge. Um womöglich eine Constanz in den Ergebnissen der Injection zu erhalten, wurde ein Quecksilberdruck von bestimmter Höhe ca. 14 mm eingeführt. Indessen war eine Gleichmässigkeit der Resultate dadurch allein noch nicht herauszubekommen. Auch hier war oft genug ein voller Misserfolg.

Wir lernten sehr bald der Beschaffenheit der Injectionskanüle unsere Aufmerksamkeit zuwenden und sahen uns veranlasst, auf die Benutzung mehrfach gebrauchter metallener Kanülen zu verzichten, weil das durch Niederschläge von Berliner Blau bereits verengte Lumen derselben nach Einführung in die vordere Kammer in Folge neuer Ausfällungen des Farbstoffes sich sehr leicht verstopfte. Um mit diesem Fehler nicht rechnen zu dürfen, brauchten wir eine Zeit lang gläserne Kanülen und erzielten so eine grössere Constanz der Befunde. Da diese Kanülen indess wenig durabel waren, indem die Spitze bald abgenutzt wurde und ausserdem nicht ganz die Schärfe hergestellt werden konnte, wie bei Metallkanülen, kehrten wir wiederum zu letzteren zurück, mit der besonderen Vorsicht, das nur neue, und auch diese nur für einige Versuche zur Verwendung kamen, um durch andere ersetzt zu werden.

Dass wirklich der Beschaffenheit der Kanülen ein wesentlicher Einfluss auf die Sicherheit der Resultate beigemessen werden musste, ging vor allem aus den Parallelversuchen hervor, die zu derselben Zeit unter gleichen Verhältnissen mit verschiedenartigen Kanülen begonnen wurden. — Nachdem nun eine gewisse Grundlage für die Gleichmässigkeit der Resultate geschaffen war durch die Einführung eines gleich niedrigen, den Augendruck nur wenige Millimeter übertreffenden Injectionsdruckes und die Benutzung geeigneter Kanülen, gelang es, auch noch weitere Bedingungen aufzufinden, die für den Erfolg der Injection von Wichtigkeit waren.

Schon die mehr oder weniger schonende Behandlung des Auges bei der Injection erwies sich als bedeutungsvoll. Es mag hier besonders hervorgehoben werden, dass beim Einstich der Kanüle mit grösster Scrupulosität der Druck auf das Auge, so viel als möglich war, vermieden wurde. Die Kanüle war stets sehr scharf. — Oft war das schnelle Eintrocknen der Augenoberfläche im Sommer während des Versuchs allein ausreichend, um einen Misserfolg zu bedingen. — Es konnte auch nicht gleichgültig sein, ob Augen, die vom Schlachthof bezogen waren, bei der Exstirpation schonend oder nicht behandelt waren. Hatte man doch Gelegenheit, mitunter deutliche Zeichen eines brüsken Verfahrens, wie z. B. Anfüllung der vorderen Augenkammer mit Blut zu beobachten. Deshalb wurde auf die Versuche an Schlachtaugen allein kein Werth gelegt. —

Von wesentlichem Einflusse war ferner der Zustand des zu injicirenden Auges. Es stellte sich heraus, dass die Venenfüllung bei frischen, noch in der orbita befindlichen Augen schwerer, als an frischen exstirpirten erfolgte, und immer leichter von Statten ging, je später nach dem Tode der Thiere die Augen zur Injection verwandt wurden.

Die Verschiedenheit in der Zeitdauer, welche bis zum Auftreten der Injection verfloss, war nicht etwa eine willkürliche, sondern folgte genau dem Gesetz, dass die grössere oder geringere Leichtigkeit der Injection dem Grade des vorgefundenen Augendrucks entspricht. Nun ist dieser aber bei den in der Orbita befindlichen Augen eben getödteter Thiere höher, — etwa 10 bis 6 mm Hg, als bei frischen exstirpirten Augen, wo er ungefähr 8—4 mm beträgt, und nimmt immer mehr ab, je längere Zeit nach dem Tode der Thiere man eine Druckbestimmung vornimmt. Annähernd richtig wurde der Augendruck nach der Höhe des kleinsten Quecksilberdrucks gemessen, der gerade erforderlich war, um die Farbstofflösung aus der Spitze der Kanüle in den Humor aqueus, dessen Abfluss man beim Einstich sorgfältig vermieden hatte, übertreten zu lassen. Es bestehen hier bei den verschiedenartigen Augen unmittelbar nach dem Tode der Thiere einige ganz constante Abweichungen. Bei Vogelaugen ist beispielsweise der Druck um ein Bedeutendes geringer, als bei Säugethieraugen. —

Weiter war es von Belang, ob man beim Einstich der Injectionskanüle den Humor aqueus abfliessen liess oder nicht. Je weniger Flüssigkeit in der vorderen Augenkammer sich befand, desto eher konnte der Farbstoff das Lumen derselben erfüllen und um so früher in den Gefässen auftreten. Ausserdem war stets, je mehr Flüssigkeit in der vorderen Augenkammer vorhanden war, eine um so grössere Ausfällung von Berliner Blau zu sehen, wodurch die Gefässinjection beeinträchtigt oder verhindert werden musste.

Die Ausfällung des Berliner Blaus in der Kammerflüssigkeit spielt überhaupt bei den Injectionsresultaten eine besondere Rolle. Wenn man bei einem den Augendruck nicht übertreffenden Injectionsdrucke längere Zeit eine Lösung von Berliner Blau in der vorderen Augen-

kammer verweilen liess, so gelang wegen der stark entwickelten Bildung von Niederschlägen die Injection bei späterer Druckerhöhung nur spurweise, oder selbst gar nicht. Sogar hohe Drucksteigerungen bis zu 200 mm brachten keinen Erfolg weiter. Der Humor aqueus verschiedener Thieraugen besitzt eine merkwürdige Differenz in der Fähigkeit, Ausfällung zu bewirken. Sie ist bei den Vogelaugen verhältnissmässig geringe, bei den Fischaugen besonders gross. Die erwähnte Einwirkung des Humor aqueus auf Lösungen von Berliner Blau ist von den Autoren, welche sich mit der Injection dieses Farbstoffes beschäftigt haben, gar nicht berücksichtigt worden. Sie sagen von ihrer Lösung, die zu dem Experiment verwendet werden sollte, dass unter dem Mikroskop keine Farbstoffkörnchen gefunden wären. Hätten sie die Injectionsflüssigkeit nach Anwesenheit in der vorderen Augenkammer untersucht, so würden sie auch eine mehr minder vollständige Ausfällung bemerkt haben.

Auf den soeben erwähnten Einfluss der Kammerflüssigkeit ist zum Theil auch die Thatsache zurückzuführen, dass die Anwendung eines etwas höheren Injectionsdruckes, als 14 mm Hg früher eine Gefässfüllung bewirkt, weil eben bei schnellerem Passiren der Strecke von der vorderen Augenkammer bis zu den Gefässen hin eine stärkere Ausfällung und damit eine Verlegung jenes Weges unmöglich wird.

Dem entsprechend ist auch eine gleich schnelle Steigerung des Injectionsdruckes wesentlich für das Zustandekommen gleichmässiger Resultate.

Ferner wurde nicht ohne Grund darauf gesehen, dass in allen Fällen Farbstofflösungen von gleichem Concentrationsgrade — absolute Sättigung — zur Verwendung kamen.

Als ein für das Gelingen der Injection höchst bedeutungsvoller Faktor wurde im Laufe der Untersuchun-

gen die Beschaffenheit des Berliner Blaus erkannt. Es erwiesen sich grosse Abweichungen in den Resultaten bei der Anwendung verschiedener Präparate, je nachdem sie in der vorderen Augenkammer mehr oder weniger leicht ausfielen. Mit einer bestimmten von uns benutzten Sorte Berliner Blaus, konnten wir, trotzdem, dass es gut gelöst war, selbst frisch bei niederem Drucke höchstens eine spurweise Injection der Venen erzielen. Hatte die Flüssigkeit kurze Zeit gestanden, so war der Erfolg fast durchweg ein negativer.

Indessen auch Lösungen der besten, uns zu Gebote stehenden Präparate gingen, je älter sie wurden, um so schwerer und schliesslich gar nicht aus der vorderen Augenkammer in die Scleralvenen über. Beispielsweise mag angeführt werden, dass man mit Lösungen, die ganz frisch gebraucht eine vollständige Injection ergaben, nach 48 Stunden kaum eine Spur von Gefässfüllung, sogar bei Anwendung eines höhern Injectionsdruckes erhalten konnte. Bei den misslungenen Versuchen war dann stets eine besonders starke Bildung von Niederschlägen zu constatiren.

Betreffs dieses, für die Beurtheilung der schwebenden Frage höchst wichtigen Punktes sind zahlreiche Parallelversuche mit verschiedenen Präparaten von Berliner Blau angestellt worden. Dieselben wurden meist in der Weise ausgeführt, dass an zwei ganz gleichen Injectionsapparaten von oben beschriebener Construction bei mehreren Augen einer bestimmten Thiergattung mit verschiedenartigen und ungleich alten Lösungen von Berliner Blau in demselben Momente die Injection begonnen wurde.

Berücksichtigt man die eben angeführten, das Gelingen der Injection beeinflussenden Bedingungen, so findet man eine merkwürdige Gleichmässigkeit in der Anfüllung der Ciliarvenen mit Berliner Blau. Wo an-

scheinend widersprechende Erscheinungen auftreten, da sind dieselben auf leicht nachweisbare Fehlerquellen in den Experimenten zurückzuführen.

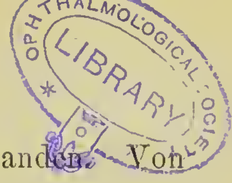
Aus der Nichtbeachtung jener Momente erklären sich denn auch die Angaben derer, welche von einer Inconstanz oder von einer Erfolglosigkeit der Injectionsversuche mit Berliner Blau sprechen. —

Es folgen nun einige genaue Daten über die Ergebnisse unserer Untersuchungen und zwar zuerst über die Befunde an ausgeschnittenen Augen und an Augen in der Orbita soeben getödteter Thiere.

Vorauszuschicken ist dabei, dass die vorliegenden Zahlen sich auf Versuche mit der besten der uns disponibeln Sorten Berliner Blaus beziehen und bei Benutzung anderer Fabrikate natürlich variiren müssen.

Vermied man den Abfluss der Kammerflüssigkeit beim Einstich der Kanüle, so fand man bei Anwendung eines Injectionsdruckes von 14 mm Hg eine Füllung der Gefässe bei frischen, exstirpirten Säugethieraugen durchschnittlich etwa 5 — 10 Minuten nach Beginn des Versuchs, bei Vogel-, Frosch- und Menschenaugen indessen viel früher und zwar bei Menschen- und Froschaugen nach Ablauf von etwa 1 Minute, bei Vogelaugen fast momentan. — Es ist hier zu betonen, dass hauptsächlich ohne Verlust von Kammerwasser experimentirt wurde. —

Die dabei bestehenden Differenzen in der Zeitdauer, welche bis zum Auftreten der Venenfüllung verfloss, wurden einigermassen ausgeglichen, wenn man während des Einführens der Kanüle so viel als möglich Kammerflüssigkeit austreten und so die verschiedene Qualität derselben betreffs der Mischbarkeit mit Berliner Blau und der Bildung von Niederschlägen weniger in Betracht kommen liess. Bei den Säugethieraugen war dann schon nach einer 2 Minuten langen Dauer des Versuchs eine




makroskopisch sichtbare Gefässfüllung vorhanden. Von frischen, noch in der Orbita befindlichen Augen wurden Säugethieraugen einige Minuten später, Vogel- und Froschaugen kaum schwerer als frische exstirpirte erfolgreich injicirt. Je längere Zeit nach der Exstirpation die Augen zur Verwendung kamen, desto schneller trat eine Venenfüllung auf, bei etwa drei Stunden alten Schweinsaugen fast augenblicklich. Unter Anwendung eines höheren Injectionsdruckes von 20 mm und mehr kam man auch bei frischen Augen früher zu einem Resultate, bei Säugethieraugen z. B. nach Abfluss des humor aqueus unter 30 mm Hg in wenigen Secunden. Es wurde aber nur experimenti causa mit höherem Druck operirt; für uns war es von Wichtigkeit, den Einwand, dass Gewebszerreissungen in Folge hohen Drucks Ursache der Injection gewesen sein könnten, ohne Weiteres auszuschliessen. Noch leichter gelang eine Venenfüllung, wenn man nicht während des Einstichs der Kanüle den Humor aqueus abfliessen liess, sondern vor Beginn der Injection eine ergiebige Entleerung der vorderen Augenkammer mit der Pravaz'schen Spritze vornahm. Es wurde so mehr Flüssigkeit entfernt und das Uebertreten derselben in die Injectionskanüle vermieden. Allerdings konnte, wie die mikroskopische Untersuchung der eingebrachten Lösung ergab, die Bildung von Niederschlägen durchaus nicht verhindert, sondern nur eingeschränkt werden, da immerhin noch geringe Quantitäten von Kammerflüssigkeit zurückbleiben und auch das lockere Gewebe des Iriswinkels mit Flüssigkeit durchtränkt ist. Trotzdem wurde die Injectionsdauer fast bis auf die bei dem Gebrauche von diffundirenden Flüssigkeiten gewohnte Zeit reducirt. — Die nach möglichstem Ausschluss der Einwirkung des Humor aqueus noch bestehenden constanten Differenzen in der Schnelligkeit der Venenfüllung bei den Augen verschiedener Thierspecies durften zum

Theil auf eine durch individuellen Bau der verschiedenen Arten von Augen bedingte, mehr oder minder freie Passage für den Uebertritt von Flüssigkeit aus der vorderen Augenkammer in die Gefässe zurückgeführt werden.

Eine grössere Constanz der Resultate, wie sie nach Beobachtung der angeführten Cautelen in einer grossen Reihe von Versuchen auftrat, an Augen aus verschiedenen Thierklassen und an Menschenaugen, ist wohl nicht zu verlangen. —

Zum Ueberflusse sind an Augen todter Thiere auch noch Injectionen mit einer Mischung von Carmin und Berliner Blau — experimentum crucis Leber — unter niederem Drucke ausgeführt worden. Wir hatten hier die von uns erwartete, von den Leber'schen Resultaten abweichende Erscheinung, dass beide Farbstofflösungen in den vorderen Ciliargefässen constatirt werden konnten. —

Grössere Wichtigkeit, als den angeführten Befunden an Augen getödteter Thiere, wurde den Ergebnissen unserer Untersuchungen an Augen lebender Thiere beigemessen, einmal deshalb schon, weil eingehende Experimente mit Berliner Blau hier fehlen und dann auch, weil von anderen Experimentatoren, z. B. von Knies, die Resultate Schwalbe's an ausgeschnittenen Augen wenig Berücksichtigung fanden. Mit besonderer Penibilität wurden hier dieselben Vorsichtsmassregeln bei der Injection, wie an ausgeschnittenen Augen berücksichtigt. Die Versuchsthiere wurden in vielen Fällen narcotisirt, Katzen, Kaninchen mit Chloral, Frösche mit Curari, oft wurden sie einfach aufgespannt und bewegungslos gemacht.

Man hatte hier gegenüber den Untersuchungen an ausgeschnittenen Augen wesentlich mit zwei neuen Faktoren zu rechnen. Es war dies der höhere Blutdruck und die Circulation. Die Experimente wurden meistens

bei einem Injectionsdrucke von 30 mm — wenige Millimeter über dem normalen Augendrucke — angestellt.

Es war zu erwarten, dass die Fortschwemmung der Farbstoffe durch den Blutstrom ein Hinderniss für die leichte Anhäufung derselben in den Gefässen abgeben könnte, und diese Annahme bestätigte sich dann auch. Bei Säugethieraugen, die etwa eine Stunde unter einem Druck von 30 mm mit Berliner Blau injicirt waren, konnte man selten eine stärkere Füllung der Venen mit blossem Auge erkennen, dagegen erschloss die mikroskopische Untersuchung sehr schöne Injectionsbilder. An Kaninchen- und Katzenaugen hatte man nach kürzerer Versuchszeit, als einer Stunde, unter dem Mikroskop mehr den Anblick einer zerstreuten, bruchstückweisen Färbung, während man nach längerer Dauer des Experiments auch eine ununterbrochene Füllung auf weite Gefässstrecken erhielt, so dass man an eine allmählich durch Niederschläge von Berliner Blau bewirkte Verlegung des Gefässlumens denken konnte. Eine stärkere, mehr oder minder vollständige Venenfüllung zeigten nach etwa $1/2$—1 stündiger Experimentirzeit unter einem Druck von 30 mm Hg die Augen lebender Frösche. Augen stark curarisirter Frösche, deren Blutdruck gesunken war, liessen sich noch leichter injiciren.

Bei einigen wenigen Versuchen mit einer Mischung von Carmin und Berliner Blau an Augen lebender Thiere stellte sich heraus, dass die zusammengesetzte Farbstofflösung in die vorderen Ciliarvenen überging. Gelegentlich konnte man, namentlich bei Benutzung leichter, ausfällbarer Lösung von Berliner Blau Niederschläge dieses Farbstoffs in den Gefässen beobachten. —

Nachdem wir so den Uebergang von Berliner Blau aus der vorderen Augenkammer in die Ciliarvenen als festgestellt annehmen durften, wurden noch in einer Reihe von Versuchen Suspensionsflüssigkeiten in Gebrauch

gezogen, und zwar einerseits in Wasser aufgeschwemmter Zinnober, andererseits Blut verschiedener Thiere. Hierbei fand sich, dass auch Flüssigkeiten dieser Art ohne erhebliche Schwierigkeiten von der vorderen Augenkammer in die Scleralvenen übertreten, ebenso an todten, wie an lebenden Augen.

Ganz besonders bequem hatte man die Resultate an Froschaugen zu beobachten, weil man den ganzen um die Hornhaut herum gelegenen Theil der Sclera unter das Mikroskop bringen konnte. In die Augen lebender Frösche injicirtes Blut von Säugethieren liess sich nur wenig schwerer als Berliner Blau in die Venen überführen. Vor Allem konnte man Blutkörperchen von der Katze stellenweise ganz unversehrt in den Froschgefässen sehen, während die Blutkörperchen von anderen Säugethieren, besonders von den Wiederkäuern, verändert vorgefunden wurden. Bei Säugethier- und Menschenaugen war auch makroskopisch schon der Uebergang von dem injicirten Blute zu erkennen. Man sah sehr bald die meist leeren Venen um den Hornhautrand sich füllen und schliesslich das Blut aus den abgeschnittenen Conjunctivalgefässen ausfliessen. Beispielsweise konnte man Menschenblut, das unter einem Drucke von 20 mm Hg in die vordere Kammer eines menschlichen Auges eingebracht war, schon nach einer Versuchsdauer von 15 Minuten aus den Conjunctivalgefässen ausfliessen sehen. —

So ist denn bei allen Injectionsversuchen mit dem nicht diffusionsfähigen Berliner Blau und mit Suspensionsflüssigkeiten die merkwürdige Constanz in den Resultaten aufgetreten, dass bei einer nur wenige Millimeter über dem vorgefundenen Augendruck angewandten Drucksteigerung, selbst bei Augen aus verschiedenen Thierklassen, eine Füllung der vorderen Ciliarvenen zu Stande kam. Diese Constanz ist um so bemerkenswerther, als sie auf ein grosses Versuchsmaterial sich bezieht. Es

wurden Berliner Blau an ausgeschnittenen Augen in etwa 240, an Augen lebender Thiere in etwa 100, Berliner Blau mit Carmin in 15, Suspensionsflüssigkeiten in etwa 50 Fällen, an ausgeschnittenen und lebenden Augen, erfolgreich injicirt. Die Zahl der Parallelversuche zum Zweck einer genauen Bestimmung von einflussreichen Momenten für den Erfolg der Injection beträgt etwa 150. Missglückte Versuche kamen bei Beobachtung aller Vorsichtsmasregeln nicht vor.

Wenn auch überflüssig bei der vorliegenden Gleichmässigkeit der Befunde, so mag dennoch der Einwand, welcher den Schwalbe'schen Versuchen gegenüber gehend gemacht ist, dass Gefässzerreissungen in Folge hohen Drucks Ursache für die Injection der Ciliarvenen mit Berliner Blau an ausgeschnittenen Augen sein könnten, hier noch genauer erörtert werden.

Vorerst wurde bei Ausführung unserer Experimente möglichste Schonung des Auges erstrebt.

Sodann ist zum Zustandekommen unserer Resultate schon ein ganz unbedeutender Injectionsdruck ausreichend gewesen. Es zeigte sich sogar häufig, dass, wenn bei geringer Drucksteigerung aus bestimmten Fehlerquellen kein Erfolg auftrat, derselbe auch bei höherem nicht erzielt werden konnte.

Bei Anwendung gewisser Lösungen von Berliner Blau, die eine sehr leichte Ausfällung zeigten und so die offenen Communicationswege verlegten, erfolgte selbst bei Steigerung bis auf 200 mm Injectionsdruck keine Füllung der Venen, zum Zeichen dafür, dass an der betreffenden Stelle überhaupt nicht leicht eine Zerreissung eintritt. Denn wäre letztere vorhanden gewesen, so hätte durch die Rissstelle sich auch die total ausgefallene Flüssigkeit in die Gefässe ergiessen müssen.

Zur Beseitigung des Einwandes, dass bei einem geringen, aber längere Zeit von der Augenkammer her

wirkenden Druck, durch Verdrängen der Iris Verletzungen erfolgen könnten, wurde in einigen Versuchen das Kammerwasser mit der Pravaz'schen Spritze abgelassen, an dessen Stelle eine entsprechende Quantität von Berliner Blau in die vordere Kammer eingebracht und nun eine Drucksteigerung vom hinteren Bulbusraum vorgenommen. Auch auf diese Weise war eine Venenfüllung zu erreichen.

Um mit der Druckerhöhung überhaupt nicht rechnen zu dürfen, wurde in einigen Experimenten an lebenden Thieren eine bestimmte Menge Kammerflüssigkeit entleert und dafür eine gleiche Quantität einer Lösung von Berliner Blau substituirt. Die normalen Flüssigkeitsströmungen sollten dann eventuell eine Ueberführung des Farbstoffes in die Blutgefässe veranlassen. Und in der That waren nach einer Versuchsdauer von ca. 4 Stunden Spuren von Berliner Blau in den zunächst betheiligten Venen nachzuweisen.

Schliesslich haben wir auch noch durch die mikroskopische Untersuchung die Bildung künstlicher Wege ausschliessen können. Bei Durchsicht sämmtlicher Meridionalschnitte von mehr als 20 injieirten Augen, die theils zu diesem, theils zu anderen Zwecken mit dem Mikrotom angefertigt waren, fanden wir weder Extravasate, noch sonst irgend eine Spur von Zerreissung im Iriswinkel. Selbst da fehlten Zeichen von Gefässverletzungen, wo man vergleichsweise unter recht hohem Druck injieirt hatte.

Zum Ueberfluss soll ferner noch ein anderer Punkt besprochen werden, nämlich die Anschauung, dass die Injectionsflüssigkeiten, speciell Berliner Blau, nicht auf offenen Wegen, sondern nur durch Filtration in die Gefässe gelangt wären. Aber die allgemeinen Erfahrungen über das Berliner Blau als Injectionsmasse widersprechen zweifelsohne der Annahme einer Venenfüllung durch Filtration. Und übrigens ist eine Lösung von Berliner

Blau unmittelbar, nachdem es in die vordere Augenkammer eingebracht ist, wegen der Ausfällung zur Suspensionsflüssigkeit geworden.

Auch die Schnelligkeit der Injection darf dabei nicht unberücksichtigt bleiben. Man findet bei gewissen Augen, besonders bei den Vogelaugen, wo der Humor aqueus weniger hinderlich auf die Injection wirkt, eine momentane Venenfüllung, wobei die Flüssigkeit selbst bei ganz niederem Druck plötzlich bis in die Conjunctivalgefässe schiesst. Das ist nicht Filtration.

Sodann erfolgt der Uebertritt des Berliner Blaus durchaus nicht in alle Gefässe, auf die es bei seinem Vordringen durch den Iriswinkel trifft, sondern nur an einer bestimmten Stelle, die nachweisbar offen ist, wie später gezeigt werden soll.

Alle bei den Injectionsresultaten mit Berliner Blau über das Bestehen einer offenen Passage etwa aufkommenden Bedenken werden sicher durch den Nachweis beseitigt, dass in die vordere Kammer injicirte Suspensionsflüssigkeiten in den Gefässen auftreten.

Zum Schluss dürfte noch die Frage berührt werden, ob die injicirten Flüssigkeiten sich wirklich in Blut- und nicht in Lymphgefässen befinden. Schwalbe hat auf die Erörterung dieses Punktes grossen Fleiss verwandt. Für uns lag der einfachste und sprechendste Beweis darin, dass Berliner Blau und Blut zusammen in einem Lumen bei der mikroskopischen Untersuchung gefunden wurden, was besonders schön bei den an lebenden Thieren injicirten Augen beobachtet werden konnte.

Nachdem wir nun in unseren Experimenten einen constanten, leichten Uebertritt von Berliner Blau und Suspensionsflüssigkeiten aus der vordern Augenkammer in die vordern Ciliarvenen gefunden, ferner die Cautelen angegeben, von deren Beobachtung die Gleich-

mässigkeit der Resultate abhängig ist, und die Einwände zurückgewiesen haben, die hierbei nur erhoben werden könnten, müssen wir uns für berechtigt halten, eine offene Communication zwischen der vorderen Augenkammer und den vorderen Ciliarvenen als zweifellos bestehend anzunehmen. —

Es dürfte sich nun darum handeln, den Weg anzugeben, welchen die Injectionsflüssigkeiten in den vorher mitgetheilten Versuchen von der vorderen Augenkammer bis zu den vorderen Ciliarvenen einschlagen. Wenn wir indessen hier exakte Angaben machen wollen, so müssen wir erst genaue Kenntnisse über Beschaffenheit und Bedeutung gewisser Theile des Iriswinkels, vor Allem des sogenannten Fontana'schen und Schlemm'schen Kanals uns aneignen, da bei den Autoren grosse Meinungsverschiedenheiten darüber herrschen.

Wenden wir unsere Aufmerksamkeit zuerst dem Fontana'schen Kanal zu. Fontana*) zeigte den von ihm am Ochsenauge entdeckten Kanal Professor Murray, als dieser ihn in Florenz besuchte und schickte ihm später drei Zeichnungen mit den dazu nöthigen Erläuterungen. So aphoristisch seine Erklärungen auch sind, so kann man doch daraus ersehen, was er bezeichnet haben will. Er meint, dass rings herum durch den Iriswinkel in unmittelbarer Nähe der Augenkammer ein Kanal gelegen sei, der auf dem Durschnitt von dreieckiger Gestalt nach aussen die Sclerotica, nach hinten das Corpus ciliare zu Grenzen habe. Fontana hat durch seinen Kanal Wasser und Quecksilber fliessen lassen, ohne dass durch den Durchgang dieser Flüssigkeiten die geringste Zerreissung verursacht wäre.

---

*) Fontana, Abhandlung über d. Vipergift. Bd. 1 u. 2. p. 412 und 413.

Einige spätere Forscher haben den von Fontana gefundenen Kanal vollständig verkannt. Arnold*) und Retzius**) identificiren ihn mit dem von Ruysch, Hovius und Zinn im Auge des Rindes beschriebenen Circulus venosus iridis. Der Schlemm'sche Kanal wäre derselbe Sinus beim Menschen. Der betreffende Circulus sollte nach Arnold sowohl von den Arterien, als von den Venen aus injicirt werden können und ein wirklicher Sinus für die Venen in dem Innern des Auges und den vorderen Theilen sein, in denen die feinen Blutadern der Iris und des Corpus ciliare sich ergiessen. Nach den Beschreibungen von Hovius***) und Zinn†) haben wir es dagegen, wie auch Brücke††) gezeigt hat, mit einer kranzförmigen Anastomosenkette von Aesten der Vasa vorticosa zu thun, die stets durch den Ciliarmuskel von dem Fontana'schen und Schlemm-schen Kanal getrennt wird — Hueck†††) giebt die Lage des Fontana'schen Kanals im Ganzen richtig an.

Sachgemäss ist auch seine Darstellung, dass der betreffende Canal nicht offen und glattwandig ist, sondern Zellgewebe enthält und von dem Schlemm'schen Canal unterschieden werden muss. — Trotz der Hueck'schen Arbeit kommt ein neuerer Forscher, Pelechin*†), fast wieder auf den falschen Standpunkt älterer Autoren zurück. Pelechin kennt nur einen einzigen Canal im

---

*) Anat. u. Physiol. Untersuchungen über das Auge des Menschen. 1832. p. 11, 12 und 13.

**) Archiv für Anat. u. Physiol. Joh. Müller. 1834. p. 292 ff.

***) Hovius. Tractatus de circulari humorum motu in oculis Lugdan. Batav. 1716. p. 94, 95.

†) Zinn. Descriptio anatomic. oculi humani. Goetting 1755. p. 238.

††) Brücke. Anatom. Beschreibung des menschl. Augapfels. Berlin 1847. p. 117.

†††) Hück. Die Bewegung der Krystallinse. Leipzig 1841. p. 84 ff.

*†) Pelechin. Archiv f. Ophthalm 1867. Bd. XIII. 423 ff.

Iriswinkel zwischen Cornea, Sclera und Ciliarmuskel bei Thieren und bei Menschen, einen Fontana'schen oder Schlemm'schen Canal. Beide Namen sind ihm gleichwerthig, und zwar ist bei ihm der betreffende Canal vollständig offen und glattwandig. Auf seiner Zeichnung vom Ochsenauge findet man den in Natur mit Zellgewebe erfüllten Raum ganz frei, so dass man hier den Fehler der Präparation recht klar sieht. — Durch das Ausreissen des zarten Balkennetzes, welches den in Rede stehenden Theil erfüllt, ist eben eine einzige, grössere Lücke geworden. Denselben Fehler sieht man auch an seinen Abbildungen vom Kaninchen- und Vogelauge. Beim Menschenauge zeichnet er die Lücke als Fontana'schen Canal, welche man für den Schlemm'schen Canal halten muss.

Bei den andern Forschern der Neuzeit, welche sich mit der vorliegenden Frage beschäftigt haben, finden wir vor Allem eine Unterscheidung der beiden Räume des sogenannten Fontana'schen und Schlemm'schen Canals, sowohl bei Thier- als bei Menschenaugen. Ueber die Details freilich differiren die Angaben ausserordentlich.

Betreffend dessen, was Hueck Ligamentum pectinatum genannt hat, bestehen noch recht widersprechende Ansichten. Die Hueck'sche Bezeichnung erstreckt sich nur auf den Kranz von Fasern, welche sich an der Grenze der vorderen Augenkammer beim Abziehen der Cornea von der Iris anspannen. Durch die Zwischenräume zwischen den Fasern sieht man auf ein Zellgewebe, welches dem sogenannten Fontana'schen Canal angehört. Hueck erwähnt das Ligamentum pectinatum sowohl bei Thier- als auch bei Menschenaugen und unterscheidet es stets scharf von dem dahinter gelegenen Maschenraum.

Ganz unbegründet, weil sowohl historisch unrichtig,

als auch der Bezeichnung „kammförmiges Band“ nicht im Mindesten entsprechend, hat man sich in der Neuzeit daran gewöhnt, den ganzen sogenannten Fontana-schen Canal, sowohl beim Menschen- als beim Thierauge Ligamentum pectinatum zu nennen.

Waldeyer*) beschreibt nur ein solches Ligament beim Menschen und gerade nicht im Sinne Hueck's: Er bemerkt zu seinem Meridionalschnitt vom menschlichen Auge, dass in dem der Augenkammer am meisten benachbarten Theil des cavernösen Gewebes mitunter stärkere Fasern zu finden wären, welche aus der Iriswurzel ihren Ursprung hätten. Man hätte dieselben seit Hueck mit der Bezeichnung Ligamentum pectinatum iridis belegt, ein Name, der völlig entbehrlich wäre, wenn man nicht das ganze cavernöse Gewebe des Iriswinkels so bezeichnen wollte. — Und doch entsprechen diese stärkeren Balken allein dem Hueck'schen Begriff von den Fasern des Ligamentum pectinatum, die anderswo einen grösseren Bau, als beim Menschen zeigen. Das Zellgewebe dahinter bildet den Raum, welcher Fontana'scher Canal genannt worden ist.

Eigenthümliche Angaben macht Henle**) über das Ligamentum pectinatum. Da er keine der eigentlichen Fasern des betreffenden Ligaments in den Schnitt bekommen hat, so beschreibt er, von der richtigen Auffassung ausgehend, dass dieselben in unmittelbarer Nähe der vorderen Augenkammer liegen müssen, die in Wahrheit dicht hinter diesen befindliche Lage des feinmaschigen, nach innen vom Schlemm'schen Canal gelegenen Netzwerks, als das Ligamentum pectinatum selbst. Wie auch schon Iwanoff und Rollett erwähnt haben,

*) Handbuch der gesammten Augenheilkunde. Graefe-Saemisch. Bd. I. 228.

**) Henle. Handbuch der Eingeweidelehre. Braunschweig 1866. p. 607 ff. und p. 623.

gelingt es allerdings selten beim Menschen, die hakenförmigen Fasern, die sich beim Abziehen der Hornhaut von der Iris an der Grenze der vorderen Augenkammer anspannen, zu treffen, weil sie hier sehr zart sind und weite Zwischenräume lassen.

Iwanoff und Rollett*) sind bemüht, der Hueck'schen Bezeichnung ligamentum pectinatum ihre ursprüngliche Bedeutung wiederzugeben. Sie unterscheiden es stets scharf vom sogenannten Fontana'schen Canal. Indem sie aber eine neue Bezeichnung für dasselbe einführen, geben sie anderen Autoren wiederum zu Missverständnissen Veranlassung. Sie nennen nämlich die Fasern des kammförmigen Bandes auch Irisfortsätze, weil sie aus der Iris ihren Ursprung nehmen. Die Irisfortsätze, wie die Fasern des Lig. pect. sollen von der Iris bis zur Descemet'schen Haut hinreichen. — Beide Bezeichnungen dürfen aber nicht gleichwerthig gebraucht werden. Die Fasern, welche beim Zurücklegen der Hornhaut von der Iris her sich anspannen, die eigentlichen Fasern des Ligamentum pectinatum, entspringen allerdings aus dem Rande der Iris, sind Irisfortsätze, aber es giebt auch in vielen Augen ausser diesen noch andere, dicht dahinter gelegene Fasern, welche aus der Iris stammen und bis zur Descemet'schen Haut hinziehen, bei der makroskopischen Ansicht aber von der vorderen Augenkammer aus verdeckt sind. Der Name „Irisfortsätze“ bezeichnet den weiteren Begriff. Ligamentum pectinatum ist nur eine Bezeichnung für das makroskopische Sehen, während die Benennung „Irisfortsätze“ nach der mikroskopischen Beobachtung gegeben ist.

Der Name „Irisfortsätze“ ist also nicht gleichbedeutend mit Ligamentum pectinatum, er ist aber auch nicht brauchbar für das, was Iwanoff und Rollet mit dem-

---

*) Archiv für Ophthalm. 1867. Bd. XIII. p. 37 ff.

selben bezeichnen wollen. — Es werden die Fasern, welche vom Irisrande bis zur Descemet'schen Haut reichen, von Iwanoff und Rollet Irisfortsätze genannt. Nun existiren aber neben diesen Fasern noch andere, welche ebenfalls aus der Iris ihren Ursprung nehmen, zwar nicht bis zur Glasmembran sich erstrecken, sondern in das dahinter gelegene Zellgewebe des sogenannten Fontana'schen Canals übergehen, indessen immerhin auf die Benennung Irisfortsätze einen Anspruch haben. Wenn man unter den Irisfortsätzen den Theil derselben, welcher bis zur Descemet'schen Haut hinzieht, besonders hervorheben will, so muss man nothwendigerweise auch eine specielle Bezeichnung z. B. „Anheftungsfasern der Iris" einführen.

Diese letzteren lassen in ihrer Bildung bei verschiedenen Augen einige Varietäten constatiren. Ueberall hebt sich der Rand der Iris gegen die Cornea hin ab und läuft in conische Zapfen aus. Bei einigen Thieren, wie z. B beim Ochsen und Schaf, treten von diesen gröbere Balken, welche nur spärlich zarte Aeste abgeben, zur Descemet'schen Haut hin. Anderswo, wie bei der Katze und auch beim Menschen ziehen nur recht dünne, weit von einander abstehende Fasern von dem Irisrande nach der Cornea zu und schicken zugleich zahlreiche Abzweigungen nach den dahinter gelegenen Balken des cavernösen Maschenraums.

Auffallend ist die Anschauung Waldeyer's über die Irisfortsätze Iwanoff's und Rollett's. Dieser Forscher giebt an, dass bei einigen Thieren, wie Rindern, Pferden und Schweinen mächtige, von einander isolirte Balken pigmentirten Irisgewebes zur Hinterfläche der Descemet'schen Haut reichen. Diese hält er für Iwanoff's und Rollett's Irisfortsätze. Zwischen den starken Fasern sollten recht grosse, weite Räume, die sog. Fontana'schen Räume existiren. — Nach seiner

Auffassung durchlaufen die Irisfortsätze den sonst Fontana'schen Canal genannten Raum und bilden dessen Maschen. Iwanoff und Rollet lassen indessen ihre Irisfortsätze nicht in, sondern vor dem Fontana'schen Canal liegen.

Es ist also das Ligamentum pectinatum nur für die makroskopische Ansicht eine Bezeichnung aller der Fasern, welche in der ganzen Peripherie an der Grenze der vorderen Augenkammer beim Abziehen der Hornhaut von der Iris sich anspannen. Sie entspringen aus der Iris, sind aber, wenigstens bei vielen Thieraugen, nicht gleichbedeutend mit den Irisfortsätzen Iwanoff's und Rollett's. Diese letzteren stehen nämlich bei einigen Thieren auch in Reihen dicht hinter einander, von denen doch nur die der vorderen Augenkammer zunächst gelegenen, welche sich dem blossen Auge präsentiren, die Fasern des Ligamentum pectinatum in des Wortes eigenster Bedeutung vorstellen. Es lassen sich übrigens beide Begriffe kaum in einen exakten Vergleich stellen, weil der eine dem makroskopischen, der andere dem mikroskopischen Sehen entstammt. Da ausser den Irisfortsätzen Iwanoff's und Rollett's noch andere aus der Iris stammende Fasern vorhanden sind, die gleichfalls die Bezeichnung Irisfortsätze verdienen, so muss man jene, wenn sie speciell hervorgehoben werden sollen, auch mit einem eigenen Namen, etwa „Anheftungsfasern der Iris“, belegen.

Die Anheftungsfasern der Iris bilden den innersten Theil eines im Iriswinkel gelegenen Zellgewebsraumes. Es ist dies die Gegend, wohin Fontana seinen Canal verlegt. Wie viel ihm bei der groben Beobachtung als Canal imponirt haben mag, ist bei der Dürftigkeit seiner Angaben nicht zu entscheiden. Dass man nach exakten, mikroskopischen Untersuchungen, die zu einer genaueren Kenntniss der betreffenden Partie geführt haben, immer

noch an der alten Bezeichnung Canalis Fontanae festhält, ist also ungerechtfertigt. — Beim Meridionalschnitt des Ochsenauges finden wir an der Grenze der vorderen Augenkammer einen dreieckigen, mit der Spitze nach hinten gerichteten Zellgewebsraum, welcher nach aussen von der Sclera, nach innen und hinten vom Corpus ciliare begrenzt wird. Dieser Raum zerfällt in einen grösseren inneren und einen kleineren, unmittelbar an der Sclera gelegenen Abschnitt. Die innere Partie enthält in ihrem vorderen Theil recht weite Lücken, in ihrer hinteren, dem Ciliarmuskel benachbarten Gegend, eng aneinander liegende Fasern.

In unmittelbarer Nähe der vorderen Augenkammer befinden sich starke, pigmentirte Balken, welche aus der Iris entspringen und bis zur Descemet'schen Haut reichen. Dieselben stehen in einigen, meist 3 Reihen hinter einander und werden in ihrem der Glasmembran benachbarten Theile von dieser eingescheidet — „Anheftungsfasern der Iris.“ Zwischen diesen sind weite Zwischenräume vorhanden, welche im Princip ihrer Bildung keine Differenz gegenüber den dahinter gelegenen Lücken erkennen lassen und mit diesen als zusammengehörig angesehen werden können. — Das dicht an der Sclera befindliche Zellgewebsnetz ist durchweg feinmaschig. Es beginnt schmal an der Descemet'schen Haut, nimmt allmählig nach hinten an Breite zu und verliert sich zwischen die Bündel des Ciliarmuskels.

Vergleichende anatomische Untersuchungen lehren, dass dieselben Gebilde überall, wenn auch in veränderter Form, wiederzufinden sind.

Sehr enge sind die Verhältnisse beim Menschen bemessen. Der Rand der Iris liegt nämlich gegen den der Descemet'schen Haut sehr weit zurück. Die Grenze der vorderen Augenkammer wird dadurch besonders in ihrem inneren Theil mehr nach hinten verlegt und der dem

grossmaschigen Raum beim Ochsenauge entsprechende Theil auf ein Minimum reducirt. Und zwar ist das Residuum ebenfalls mit nahe an einander liegenden Fasern erfüllt.

Waldeyer*) giebt an, dass in unmittelbarer Nähe der vorderen Augenkammer in einzelnen Fällen auf Meridionalschnitten des Menschenauges ein oder zwei grössere pigmentirte Balken mit grossen Maschenräumen vorhanden wären.

Grössere Lücken im Iriswinkel des Menschenauges, wie sie Waldeyer beschreibt und zeichnet, die als Analoga der grossen Lücken des sog. Fontana'schen Canals bei Thieren gedeutet werden könnten, sind von uns nicht gefunden worden, trotzdem mit dem Mikrotom angefertigte Meridionalschnitte von mehr als 20 Augen durchgesehen sind. Diese grösseren Maschenlücken sollten nach Waldeyer zwischen den Fasern des Ligamentum pectinatum liegen. Nun kann aber, wie schon hervorgehoben, die Benennung Ligamentum pectinatum nicht für mikroskopische Details verwandt werden. — Und gesetzt, es wären grössere Lücken, die den beim Thierauge gefundenen grösseren Maschenräumen des Fontana'schen Raumes entsprechen sollten, vorhanden, so müssten sie beim Menschen doch nicht zwischen den Fasern des Ligamentum pectinatum gesucht werden, sondern hinter denselben, weil der Fontana'sche Canal nach Hueck'scher Beschreibung hinter dem Ligamentum pectinatum Hueck's zu finden ist. Wo im Iris winkel in der besprochenen Gegend gröbere Lücken von uns gesehen sind, da waren sie nachweisbar auf Fehler in der Präparation zurückzuführen.

Was nun das eigentliche feinmaschige Netzwerk

---

*) Handbuch der ges. Augenheilkunde, Graefe-Sämisch. Bd. I. p. 228.

an der Sclera betrifft, so ist es beim Menschen verhältnissmässig stark entwickelt und hat den Hauptantheil an der Bildung des Zellgewebsraums im Iriswinkel.

Da im Ochsenauge bei der makroskopischen Beobachtung nur der nach innen von dem feinmaschigen Netz an der Sclera befindliche grosse Maschenraum mit seinen gröberen Lücken *Fontana* als Canal imponirt haben kann, wie das auch *Murray* behauptet, dem jener Forscher die betreffenden Präparate vorlegte, so ist der Lückenraum im Iriswinkel des Menschen, welcher hauptsächlich aus dem feinmaschigen Gewebe besteht, durchaus nicht das Analogon des ursprünglich von *Fontana* gemeinten Canals.

Die Bezeichnung *Fontana*'scher Canal ist also, wenn überhaupt unpassend, beim Menschen erst recht nicht anwendbar für den ganzen Zellgewebsraum im Iriswinkel. — Ueber die zelligen Elemente der betreffenden Gegend des Iriswinkels genauere Daten zu geben, gehört nicht hierher.

Im Allgemeinen kann über den sog. *Fontana*'schen Canal nun Folgendes angeführt werden. Die Bezeichnungen Ligamentum pectinatum iridis und Irisfortsätze dürfen nur für die ihnen zukommende, oben angegebene Bedeutung gebraucht werden. Ein von glatter Wand begrenzter Canal mit einfachem Lumen, der circulär im Iriswinkel verläuft, im Sinne *Fortana*'s, existirt nicht. Die ursprüngliche Benennung *Fontana*'scher Canal ist also nicht passend. An Stelle dessen findet man einen mit Zellgewebe erfüllten Raum. Diesen *Fontana*'schen Raum oder dessen gröbere Lücken *Fontana*'sche Räume zu nennen, ist willkürlich und deshalb unstatthaft. Die neueren Autoren gebrauchen häufig zur Bezeichnung des Lückenraums im Iriswinkel den Namen Ligamentum pectinatum; doch ist das nach unserer früheren Auseinandersetzung ebenfalls nicht gerechtfertigt. Man thut

am besten, um nicht immer Unrichtigkeiten zu begehen und Anlass zu Missverständnissen zu geben, die alten Anschauungen und Bezeichnungen fallen zu lassen und einfach von einem Zellgewebsraum im Iriswinkel zu sprechen, der an die Sclera, die bindegewebige Grundlage des Corpus ciliare und den Ciliarmuskel stösst und in seinem der vorderen Augenkammer zunächst gelegenen Theile lang gestreckte Fasern enthält, welche aus der Iris stammen und bis zur Descemet'schen Haut hinziehen — „Anheftungsfasern der Iris".

---

Das Schicksal, verschieden beurtheilt zu sein, hat, wie der eben erwähnte Maschenraum im Iriswinkel, so auch der Schlemm'sche Kanal erfahren. Die Beschreibung Schlemm's*) ist zwar nicht sehr exakt, lässt aber doch keinen Zweifel über die Lage des nach ihm benannten Kanals aufkommen. Es ist dieses nach seiner Angabe ein dünnhäutiger Blutleiter zwischen den Plattchen der Hornhaut, in dem Falze, wo sich die Hornhaut an der inneren Seite des Auges mit der Sclerotica verbindet. Dass der Entdecker seinen Kanal noch in die Cornea und nicht in die Sclera verlegt, ist ein verzeihlicher Irrthum, der auch noch in neuerer Zeit gemacht worden ist. Schlemm unterschied scharf seinen Kanal von dem Fontana'schen, ersterer sollte nur im Menschenauge, letzterer ausschliesslich im Thierauge zu finden sein. Einige spätere Autoren, wie Arnold und Retzius, hielten beide für gleichbedeutend mit dem Sinus venosus Hovii. Die Unrichtigkeit dieser Auffassung ist bereits hervorgehoben worden.

---

*) Schlemm. Rust's theoretisch-praktisches Handbuch der Chirurgie. p. 333.

Leber*) weist mit Recht aufs Entschiedenste die Annahme zurück, dass der Schlemm'sche Kanal ein überall gleichmässiger circularer Sinus wäre. In seinen ersten Arbeiten giebt er an, dass oft eine dünnwandige grössere Vene, meist von einer oder mehreren feineren begleitet, vorgefunden werden könnte. An manchen Stellen sollte die grössere Vene durch Theilung in mehrere dünne Aeste zerfallen.

Der erwähnten Darstellung gegenüber hielten Schwalbe**) und Waldeyer***) an der Anschauung fest, dass der Schlemm'sche Kanal ein weiter Ringsinus wäre, der stellenweise von einigen dünnen Gewebszügen durchsetzt würde. Nach aussen von der äusseren Wand dieses Sinus sahen sie einige kleinere Gefässdurchschnitte; sie waren nun der Meinung, dass Leber das von ihnen auf Meridionalschnitten beobachtete grössere Lumen des Schlemm'schen Kanals übersehen und die nach aussen von demselben gelegenen Gefässe für den betreffenden Kanal angesprochen hätte, dem er die Bezeichnung Ciliarplexus beilegt. Unter anderem bestimmte sie zu dieser Auffassung auch die Angabe Leber's, dass der Schlemm'sche Kanal nach aussen von der Scleralrinne liegen sollte, während sie ihn nach innen von derselben fanden.

Dabei haben Schwalbe und Waldeyer unbeachtet gelassen, dass sie eine wesentlich andere Vorstellung von der Scleralrinne beim Menschen als Leber haben, und dass eine Differenz in den Ansichten über dieselbe allein geeignet ist, die Lage des Schlemm'schen Kanals verschieden beurtheilen zu lassen.

*) Leber. Denkschriften der Academie der Wissenschaften. Bd. 24. Wien 1865. p. 315, 316. Archiv für Ophthalmol. Bd. XI. 1865. p. 28 ff.

**) Schwalbe. Max Schulze's Archiv. Bd. VI. p. 301, 302.

***) l. c. 228 ff.

Während Leber als Scleralrinne beim Menschen die flache Ausbuchtung der Sclera auffasst, welche unmittelbar hinter dem Rande der Descemet'schen Haut beginnt, und von dem oben erwähnten kleinmaschigen Netzwerk ausgefüllt wird, beschreibt Schwalbe die in der Gegend der Mitte jener Ausbuchtung und nach aussen von ihr gelegene äussere Wand des Schlemm-schen Kanals als Scleralrinne. Das kleinmaschige Netzwerk sollte die Scleralrinne überbrücken und so die innere Wand des Schlemm'schen Kanals darstellen.

In Folgendem soll auseinandergesetzt werden, dass die Leber'sche Darstellung allein zutreffend ist. Gleich anderen Autoren spricht auch Schwalbe bei Thieraugen von einer Scleralrinne, und zwar ist es hier die flache Rinne, welche vom Rande der Descemet'schen Membran nach hinten geht. Nichts liegt also näher, da wir beim Menschen eine entsprechende seichte Ausbuchtung vorfinden, die unmittelbar hinter dem Rande der Glasmembran gelegen ist, während der Schlemm-sche Kanal etwas weiter ab gesucht werden muss, jene und nicht die äussere Wand dieses letzteren für das Analogon der Scleralrinne beim Thier anzusehen. Hält man an dieser Annahme fest, so findet man weiter übereinstimmend in den Verhältnissen beim Thier- und Menschenauge, dass die Scleralrinne mit dem bekannten feinmaschigen Netzwerk angefüllt ist.

Ein fernerer Beweis dafür, dass die äussere Wand des Schlemm'schen Kanals beim Menschen nicht Scleralrinne ist, liegt in der Unrichtigkeit des Resultats, zu welchem Schwalbe auf Grund seiner Vorstellung von derselben gelangt. Da beim Menschen die äussere Wand des Schlemm'schen Kanals nach Schwalbe's Anschauung der Scleralrinne der Thiere entsprechen, der Kanal selber beim Menschen also nach innen von der Scleralrinne liegen sollte, so suchte er den be-

treffenden Kanal im Schweinsauge gleichfalls nach innen von der Scleralrinne. Hier fand er aber nicht ein einziges grösseres Lumen, sondern nur ein feinmaschiges Zellgewebe, das dicht an der Sclera etwas grössere Lücken lässt. Dieses Netzwerk sollte das Analogon des Schlemm'schen Kanals beim Menschen sein. Nach aussen von der Scleralrinne sah er einige Lumina, die er zum Leber'schen Ciliarplexus rechnete.

Benutzen wir als Kriterium für den Schlemm-schen Kanal den Umstand, dass aus seiner äusseren Wand Blutgefässe austreten, welche durch die Sclera zu den vorderen Ciliarvenen gehen, so wäre anzuführen, dass die Lücken des feinmaschigen Gewebes nach innen von der Scleralrinne beim Schwein, wie auch bei anderen Thieren, durchaus nicht in dergleichen Gefässe sich öffnen, wohl aber die nach aussen von der Scleralrinne gelegenen Lumina, also sind auch diese und nicht jene Analoga des Schlemm'schen Kanals.

Schwalbe hat also beim Schweinsauge etwas ganz Fremdes für den Schlemm'schen Kanal ausgegeben und zwar auf Grund einer irrthümlichen Auffassung der Scleralrinne beim Menschen.

Lässt man den Begriff der Scleralrinne fallen, so bezeichnet im Uebrigen Schwalbe genau wie Leber die Lage des Schlemm'schen Kanals beim Menschen — nämlich nach aussen von dem feinmaschigen Netzwerk. —

Gehen wir nun noch etwas näher auf die Configuration des Schlemm'schen Kanals ein.

Bei einfacher Durchsicht von Meridionalschnitten kann man sehr leicht zu der Meinung gelangen, dass der Schlemm'sche Kanal beim Menschen ein circulärer Ringsinus wäre. Man findet sehr häufig das Bild, wie es von Schwalbe und Waldeyer gezeichnet ist.

Eine genauere Vorstellung über die Beschaffenheit des Kanals erhält man indessen erst durch Vergleichung

von Durchschnitts- und Flächenpräparaten, besonders an incijirten Augen, weil sonst die feinsten Lumina übersehen werden können. Die letzten Arbeiten Leber's*) geben hier eine vortreffliche Charakteristik der natürlichen Verhältnisse.

Nach Leber findet man meist eine grosse 1/4 mm breite, dünnwandige Vene, welche fast überall von einer oder mehreren kleinen Venen begleitet wird, die sich von ihr abzweigen und nach kurzem Verlauf wieder mit ihr verbinden.

Stellenweise zerfällt die grosse Vene durch Theilung in 2, 3 oder mehrere feine Aeste, welche untereinander anastomosiren. — Soviel ist sicher, dass der Gefässkranz in der betreffenden Gegend eine mehr minder ausgeprägte plexusartige Beschaffenheit hat. Bei Thieren hat man ein weit verzweigteres Gefässnetz.

Im Anschluss hieran noch einige Worte über die Bezeichnung Schlemm'scher Kanal. Das auf Meridionalschnitten unmittelbar nach aussen von dem feinmaschigen Netzwerk gelegene, mitunter getheilt gefundene grössere Lumen dürfte dem Durchschnitt des von Schlemm gemeinten Kanals entsprechen. Dieser gehört nun mit mehreren nach aussen davon befindlichen Gefässen zu einem plexusartigen Gefässkranz — plexus ciliaris Leber.

Der Schlemm'sche Kanal ist also ein Theil des Plexus ciliaris und bis zum gewissen Grade anders beschaffen als Schlemm gemeint hat. Misslicher noch als beim Menschen ist es beim Thier die Benennung „Schlemm'scher Kanal“ beizubehalten; als Analogon desselben sind die zumeist nach innen gelegenen Lumina des Ciliarplexus aufzufassen.

---

*) Stricker's Handb. der Lehre von den Geweben. p. 1058 ff. Handbuch der ges. Augenheilkunde, Graefe-Sämisch. Bd. II. p. 327 ff.

Wie über die Lage und Configuration des Schlemm-schen Kanals, so bestehen auch über den Bau der Wandung und die Bedeutung desselben differente Ansichten. Die Angaben älterer Autoren sind, abgesehen von der Schlemm'schen selber, nicht zu berücksichtigen, weil über den Kanal ganz unrichtige Vorstellungen geherrscht haben. Die neueren Forscher halten den Schlemm-schen Kanal für ein Blutgefäss, während Schwalbe und Waldeyer ihn für einen Lymphraum erklären.

In Folgendem sollen die Gründe angeführt und besprochen werden, welche für letztere Annahme geltend gemacht worden sind. Schwalbe fand die innere Wand des Schlemm'schen Kanals aus durchbrochenen Platten — der äusseren Grenze des feinmaschigen Netzwerks — gebildet. — Es ist für uns zweifellos, dass dieselbe ein sehr lockeres Gefüge zeigt und nicht den Eindruck einer gewöhnlichen Gefässwand macht.

Ganz besonders betonte Schwalbe bei der Beweisführung, dass der Schlemm'sche Kanal beim Menschen ein Lymphraum wäre, den Umstand, dass an Stelle des betreffenden Kanals beim Schweinsauge nur ein cavernöses Gewebe sich vorfände. Da dieses sich im Princip seiner Bildung nicht wesentlich von dem Lückengewebe des sogenannten Fontana'schen Raums unterscheide, so sollte auch der Schlemm'sche Kanal beim Menschen von derselben Bedeutung sein. —

Dass Schwalbe zum Theil auf Grund seiner eigenthümlichen Vorstellung von der Scleralrinne beim Menschen dazu gelangt ist, das „feinmaschige Netzwerk" beim Schwein als Analogon des Schlemm'schen Kanals beim Menschen anzusehen, ist bereits hervorgehoben worden. —

Schwalbe und Waldeyer führen weiter zu Gunsten ihrer Ansicht an, dass sie niemals bei den von

ihnen untersuchten Augen Blut im Schlemm'schen Kanal gefunden hätten. Die Meinungen derer, welche für eine Blutgefässnatur des Kanals eintreten, stützen sich auf die Beobachtung, dass bei Erhängten häufiger Blut gesehen worden ist. Die Ursache der Blutanfüllung des Schlemm'schen Kanals in diesem Falle führt Schwalbe darauf zurück, dass durch eine erhöhte Blutdrucksteigerung das Blut Bahnen betreten habe, in denen es sich unter normalen Verhältnissen nicht bewegt. Den Behauptungen Iwanoff's und Rollett's, welche nicht nur bei Erhängten, sondern auch bei Personen, die an verschiedenen Krankheiten gestorben waren, eine Blutfüllung gefunden haben, glaubt Schwalbe keine weitere Bedeutung beimessen zu dürfen, weil Angaben darüber fehlen, auf welche Krankheiten sich ihre Beobachtungen beziehen.

Gegen die Behauptung Schwalbe's und Waldeyer's lässt sich nach unseren Untersuchungen Folgendes einwenden. Bei Durchsicht eines grösseren Materials findet man allerdings häufiger im sogenannten Schlemm'schen Kanal des Menschen und besonders im Analogon desselben bei Thieren Blutkörperchen, ohne dass eine Blutstauung vorgelegen haben kann.

Es fragt sich nur, woher das Vorkommen von Blut im sogenannten Schlemm'schen Kanal doch verhältnissmässig selten ist. Man wird sich weniger darüber wundern, wenn man berücksichtigt, dass an den beim Menschen nach aussen von dem grösseren Lumen gelegenen, auch von Schwalbe und Waldeyer für Venen gehaltenen Gefässen des Ciliarplexus und in den von letzterem zu den vorderen Ciliarvenen führenden Gefässästen ebenfalls sich eine grössere Blutleere bemerklich macht. Es muss also das im Leben daselbst circulirende Blut bei der gewöhnlichen Untersuchungsmethode aus gewissen Gründen nicht gefunden werden können; es muss ein

leichter Abfluss oder eine schnelle Zerstörung des Blutes erfolgen.

Und man sieht nun in der That, wenn man den Leichen unmittelbar nach dem Tode mit dem Kopf eine geringe Tiefstellung giebt, die Augen in der Orbita unter Müller'scher Flüssigkeit hält und erst später exstirpirt, dass der sogenannte Schlemm'sche Kanal beim Menschen und dessen Analogon bei Thieren stark mit Blut gefüllt ist. Diese Füllung ist bei Thieraugen vollständig ausgeprägt, wenn Thiere blutlos getödtet und an den Beinen aufgehängt waren. Indessen konnte auch, wenn bei einfacher horizontaler Lagerung der Leichen die Augen wenige Tage unter dem Einfluss Müller-scher Flüssigkeit gestanden hatten, reichlich Blut sowohl bei Thier- als bei Menschenaugen in dem bewussten Kanal beobachtet werden.

Dass die vorhandene Blutfüllung auch wirklich auf den Schlemm'schen Kanal bezogen werden durfte, konnte man leicht schon daraus entnehmen, dass von den betreffenden Lumina Gefässe bis zu den vorderen Ciliarvenen verlaufend gesehen wurden. Ferner stellte eine Vergleichung dieser Gefässinjection mit der künstlichen, durch Injectionsflüssigkeiten gewonnenen und die Berücksichtigung der Lage dieser Lumina unsere Annahme sicher.

Sehr evident und instruktiv waren die Versuche, in denen bei horizontaler Lage der Leichen eine Injection mit Berliner Blau vorgenommen wurde. Man konnte dann mit dem Mikroskop in dem sogenannten Schlemm'schen Kanal und in den von diesem zu den vorderen Ciliarvenen hinziehenden Gefässen Blut und Berliner Blau, welches letzere von der inneren Wand des Kanals eingetreten war, zusammen vorfinden.

Die Gleichmässigkeit der Resultate in den vorhin erwähnten Untersuchungen, welche sich auf ein grosses

Material beziehen, setzen es ausser Zweifel, dass der Schlemm'sche Kanal auch unter gewöhnlichen Verhältnissen Blut führt. Doch zeigt die innere Wand des Kanals ein sehr lockeres Gefüge und bietet, wie weiterhin noch genauer angegeben werden soll, eine freie Passage für den Abfluss des Humor aqueus dar.

Im Anschluss an diese Ergebnisse ist nun auch die Frage leicht zu beantworten, ob an der Grenze des Schlemm'schen Kanals und der Gefässe Klappen vorhanden wären. Schwalbe*) und Waldeyer**) waren der Ansicht, dass solche existiren dürften, um eine Rückstauung des Blutes in den Kanal, den sie für einen Lymphraum hielten, bei Ueberwiegen des Drucks in den Blutgefässen zu verhindern. Indessen konnten einige Umstände von diesen Autoren selber mit ihren Anschauungen nicht in Einklang gebracht werden. Die in der neueren Literatur angeführten Fälle von Blutfüllung des Kanals deuteten schon darauf hin, dass eine unbedeutende Erhöhung des Blutdrucks ausreichend wäre, um den Kanal mit Blut zu füllen. Supponirte man das Vorhandensein von Klappen, so müsste man annehmen, dass deren Widerstand sehr leicht beseitigt werden könnte, ihre Einrichtung also ziemlich nutzlos wäre.

Auch gewisse Injectionsversuche widersprechen der Annahme von Klappen. Schwalbe hat bei Druckerhöhung im Gebiete der vorderen Ciliarvenen durch Injectionen von einer Arterie aus nach vorheriger Unterbindung sämmtlicher aus dem Auge austretender Venenstämmchen auch an ganz frischen Augen einen Uebertritt der Injectionsmasse in den Schlemm'schen Kanal und sogar in die vordere Augenkammer erhalten. Dieselben Resultate erzielte er nach Punction der vorderen

---

*) loc. 313 ff.
**) loc. 230, 231.

Augenkammer, ohne dass der Abfluss der injieirten Flüssigkeit aus den Venen durch Unterbindung gehindert war. Auf dem Wege der histologischen Untersuchungen fand Schwalbe nichts Positives und liess die Frage deshalb offen.

Nach unseren Untersuchungen muss sie in negativem Sinne entschieden werden. Ein Beweis für die Nichtexistenz von Klappen liegt darin, dass eine geringe Tiefstellung des Kopfes der Thiere nach blutloser Tödtung schon zu einer starken Anfüllung des Kanals mit Blut führt. Es lässt sich ausserdem auch constatiren, dass das an den Schlemm'schen Kanal sich ansetzende Blutgefäss meist mit trichterförmiger Erweiterung frei in denselben übergeht. Und übrigens wäre das Vorhandensein von Klappen vollständig illusorisch, da der sogenannte Schlemm'sche Kanal auch unter gewöhnlichen Verhältnissen Blut führt. —

Bei dem Bestehen der Thatsache, dass unter normalen Bedingungen Blut im Schlemm'schen Kanal vorhanden ist, dürfte es noch erforderlich sein, einen Grund dafür beizubringen, weshalb nicht schon bei mässiger Drucksteigerung im Venensystem ein Blutaustritt aus dem Kanal in die vordere Augenkammer erfolgt, während doch eine geringe Erhöhung des Drucks von der vorderen Augenkammer her Injectionsflüssigkeiten in den Kanal überführt.

Wir können nur hervorheben, dass durch den Bau der inneren Wand des Schlemm'schen Kanals und des nach innen von demselben gelegenen feinmaschigen Netzwerks eine Einrichtung gegeben sein muss, die aus der Augenkammer in den Kanal hinein eine freiere Passage bietet, als umgekehrt.

Nachdem nun die im Winkel der vorderen Augenkammer befindlichen Theile einer eingehenden Untersuchung unterzogen worden sind, können wir die nicht

diffundirenden Flüssigkeiten auf ihrem Wege von der vorderen Augenkammer bis zu den vorderen Ciliarvenen genauer verfolgen. Wir entnehmen unsere Angaben den mikroskopischen Befunden an einer grossen Anzahl von Vogel-, Säugethier- und Menschenaugen, von denen nach vorheriger Erhärtung in Müller'scher Flüssigkeit und Alkohol Meridional-, zum Vergleich auch Flächen- oder Aequatorialschnitte angefertigt wurden. Ueberall fanden wir einen bestimmten Weg. Von dem Winkel der vorderen Augenkammer verbreitet sich die Flüssigkeit durch den nach innen vom Schlemm'schen Kanal gelegenen Maschenraum im Iriswinkel, geht von dem äusseren Theile dieses Raumes bald mehr nach vorn, bald mehr nach hinten, je nach der Lage des Schlemm'schen Kanals bei verschiedenen Augen, durch die Innenwand desselben. Entsprechend der Grösse des Lückenraumes im Iriswinkel ist die Strecke von der vorderen Augenkammer bis zum Schlemm'schen Kanal verschieden weit. Von diesem Kanal aus verlaufen Gefässe, mit Injectionsflüssigkeiten gefüllt, durch die Substanz der Sclera, meist nicht gerade nach aussen, sondern etwas nach hinten zu den vorderen Ciliarvenen. Bei der Reichhaltigkeit de von uns untersuchten Materials sind auf Meridionalschnitten recht oft die ganzen Gefässstrecken zwischen Schlemm'schen Kanal und Ciliarvenen mit der Farbstofflösung erfüllt gefunden. Dass nur auf diesem Wege die Injectionsflüssigkeit von der vorderen Kammer aus zu den Ciliarvenen gelangt ist, muss nach unserer Beobachtung sicher angenommen werden. Die Injectionsflüssigkeiten gehen ferner von dem Maschenraum im Iriswinkel zwischen die Bündel des Ciliarmuskels, in die bindegewebige Grundlage des corpus ciliar und in die innerste Lage der Sclera.

Man beobachtet geringe Varietäten in der Ausdehnung der Injection dieser Theile bei den Augen verschie-

dener Thiere, bei Augen derselben Thierspecies eine vollständige Constanz. In Cornea und Iris sind die nicht diffundirenden Flüssigkeiten nirgends eingedrungen, selbst nicht bei höchstem Druck. —

Die Bahnen nun, welche die nicht-diffundirenden Injectionsflüssigkeiten bei einem den Augendruck wenig übersteigenden Injectionsdrucke an exstirpirten Augen, wie an Augen lebender Thiere von der vorderen Kammer aus betreten, wird auch die Kammerflüssigkeit bei normalen Verhältnissen oder einer Erhöhung des Augendrucks einschlagen müssen. —

Wir kommen also schliesslich zu dem Resultate, dass, abgesehen von der geringfügigen Resorption des humor aqueus durch die Cornea, ein lebhafter Austausch von Kammerflüssigkeit durch den Maschenraum des Iriswinkels in das lockere Gewebe des Ciliarmuskels, der bindegewebigen Grundlage des corpus ciliare und der innersten Lage der Sclera erfolgt, der Hauptabfluss hingegen auf offenen Communicationswegen von der vorderen Augenkammer durch den Zellgewebsraum des Iriswinkels, den Schlemm'schen Canal und zahlreiche, die Substanz der Sclera perforirende Gefässe zu den vorderen Ciliarvenen geschieht.

---

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Grünhagen für die freundliche Unterstützung, die er mir in seinem Laboratorium bei vorliegender Arbeit zu Theil werden liess, meinen innigsten Dank auszusprechen.

---

# Tafel.

## Meridionalschnitt von einem mit Berliner Blau injicirten Menschenauge.

**C.** Cornea, **Ce.** Cornealepitel.
**M. D.** Membr. Descemet
**Scl.** Sclera, **$Scl_1$** äquatoriale Bündel derselben.
**M. c.** Ciliarmuskel, **$Mc_1$** meridionale, **$Mc_2$** äquatoriale Bündel derselben.
**Pr. c.** Process. ciliares.
**J.** Iris.
**s. Ca. F.** sog. Canal. Fontan.
**f. N.** feinmaschiges Netzwerk an der Sclera.
**Ca. S.** Canal. Schlemmii.
**V. V.** Querdurchschnitte von Venen nach aussen vom Schlemmschen Canal, zum Leber'schen Ciliarplexus gehörig.
**$V_1$.** ein aus dem Schl.-Kanal zu den vorderen Ciliarvenen verlaufendes Gefäss.
**Vc.** Ciliarvene.

# Thesen:

1. Bei chronischer conjunctivitis granulosa können tiefe und ausgedehnte Excisionen an der Innenfläche des Lides durch conjunctiva und tarsus vorgenommen werden, ohne dass eine Stellungsanomalie auftritt, wenn nur die unmittelbare Nähe des freien Lidrandes geschont wird.

2. Durch tiefe und ausgedehnte Excisionen an der Innenfläche des Lides ist eine Radicalheilung der chronischen Granulationen möglich.

# *Vita.*

*Ich, Friedrich Heisrath, bezog Michaeli 1871 die Universität Königsberg, um Medicin zu studiren. Im 4. Semester absolvirte ich das tentamen physicum, im 9. die medicinische Staatsprüfung, am 22. April d. J. das examen rigorosum.*

*Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen folgender Herren Professoren und Privatdocenten:*

***Benecke, Burdach†, Burow, J. Caspary, R. Caspary, Graebe, Gruenhagen, Hildebrandt, v. Hippel, Jacobson, Jaffé, Moser†, Müller†, Naunyn, Neumann, Pincus, Seydel, Schönborn, v. Wittich, Zaddach.***

*Allen diesen verehrten Lehrern meinen innigsten Dank.*



C.e
C
MD.
J.
fN.
s. Ca.F.
Pr.c.
V
Ca.S.
Vi
V
Vc
Pr.c.
M.c 2
Pr c
Scl
Scl 1
Mc.
M c 1